

Курсова работа

Дисциплина:

Сателитни комуникации

Задача за изпълнение:

Изследване на параметрите на даден сателит

Студент: Лъчезар Христов Спириев

Факултет: Телекомуникации

Специалност: Телекомуникации

Факултетен номер: 111221054

Група: 54

Преподавател: доц. Петър Петков

Проверил:

Студент: Лъчезар Христов Спириев

ФН: 111221054 Група 54 Дата на предаване 04.04.2024г.

Задание за курсова работа по Сателитни комуникации:

1. Сателит: Astra 3 @ 23.5E
2. EIRP= 52 dBW
3. F= 11720 MHz
4. Приемна (Предавателна) антена, G = 43 dBi
5. Точка на приемане – Букурещ, RO

Да се определи:

- Ъгли на насочване към сателита
- Приета мощност, Плътност на потока на мощност

Съдържание на курсовата работа:

- Теоретична част (мин 3 страници)
- Аналитична част – теоретично решение на задачата
- Изчисления и графики

Общ размер – мин. 5 машинописни страници

07.03.24

Ръководител:

Доц Петър Петков

Теоритична част

Astra 3B е един от Astra комуникационните спътници, притежавани и управлявани от SES , изстрелян през 2010 г. в орбиталната позиция на Astra 23,5°E, предоставящ цифрова телевизия и радио за директно до дома (DTH) и AstraConnect двупосочните сателитни широколентови услуги в Европа и Близкия изток. Astra 23,5°E е група от Astra комуникационни сателити, разположени на 23,5° източна позиция в пояса на Кларк. Сателитът, който понастоящем заема тази позиция, е Astra 3B , който предоставя услуги downlink в обхвата 10,70 GHz-12,70 GHz на K_u лентата и 21,40-22,00 GHz на K_a лентата в по-голямата част от Централна , Западна и Източна Европа и Близкия изток. През лятото на 2023 г. Astra 5B беше преместена от 31,5° изток, за да се намира съвместно с Astra 3B на 23,5° изток. Впоследствие Astra 5B беше преименувана на Astra 3C и каналите за излъчване на Astra 3B започнаха да се прехвърлят, което предизвика спекулации, че Astra 3B достига края на търговския си живот около две години по-малко от планираната продължителност на мисията.

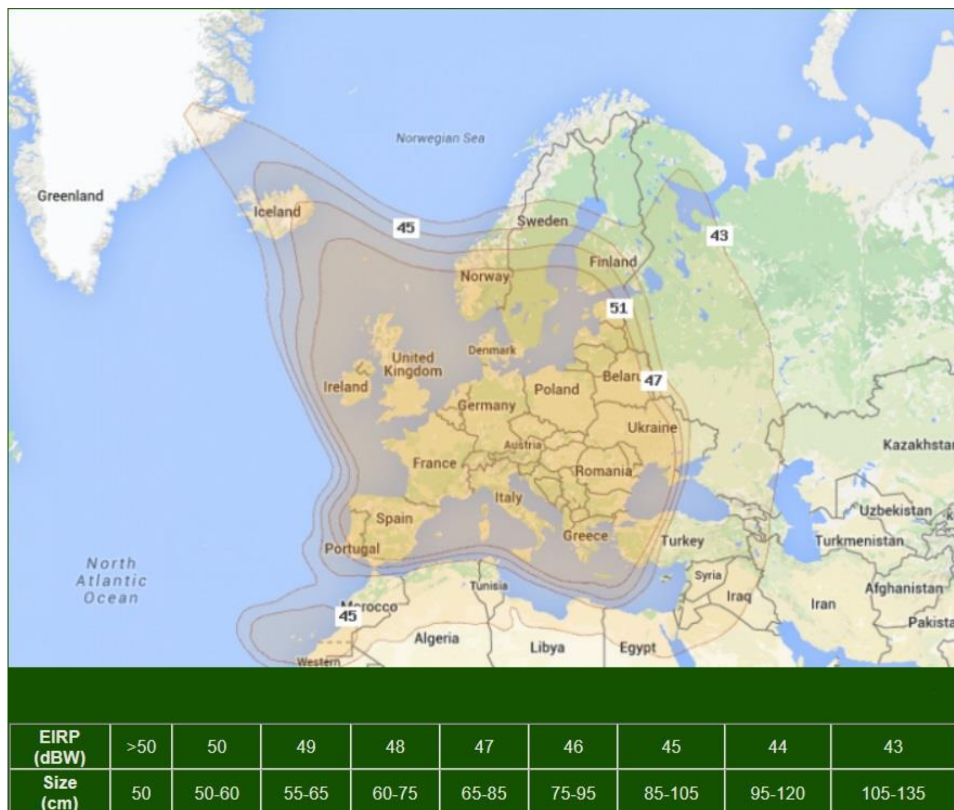
Astra 3B използва като модел за тялото на сателита Евростар E3000. Той е общ модел на сателит, най-често използван за комерсиални и военни комуникационни сателити, произвеждани от Airbus Defence and Space (предишно известна като Astrium). Той е член на семейството сателити Евростар на Airbus Defence and Space. Той използва химична система за движение в орбита и маневри на място, с опционална система за плазмено задвижване (PPS). PPS използва Нютоновия ефект в резултат на йонизацията на ксеоновия газ, използван от плазмените двигатели работещи с ефек на Хол. Тази система се използва най-често за поддържане на положението на сателита по север-юг. E3000 беше първото комерсиално семейство сателити, което използва литиево-йонни батерии вместо по-старите никелови технологии за захранване по време на еклипси.



Фиг.1 Eurostar 3000 сателит създаден през 2000-та година

Ефективната излъчена мощност (ERP), синоним на еквивалентна излъчена мощност, е стандартизирана дефиниция на IEEE за насочена радиочестотна (RF) мощност, като тази, излъчвана от радиопредавател. Това е общата мощност във ватове, която би трябвало да бъде излъчена от полувълнова диполна антена, за да даде същия интензитет на излъчване (сила на сигнала или плътност на потока на мощността във ватове на квадратен метър), както действителната антена източник при отдалечен приемник, разположен в посоката на най-силния лъч на антената. ERP измерва комбинацията от мощността, излъчвана от предавателя, и способността на антената да насочва тази мощност в дадена посока. Тя е равна на входната мощност към антената, умножена по усилването на антената.

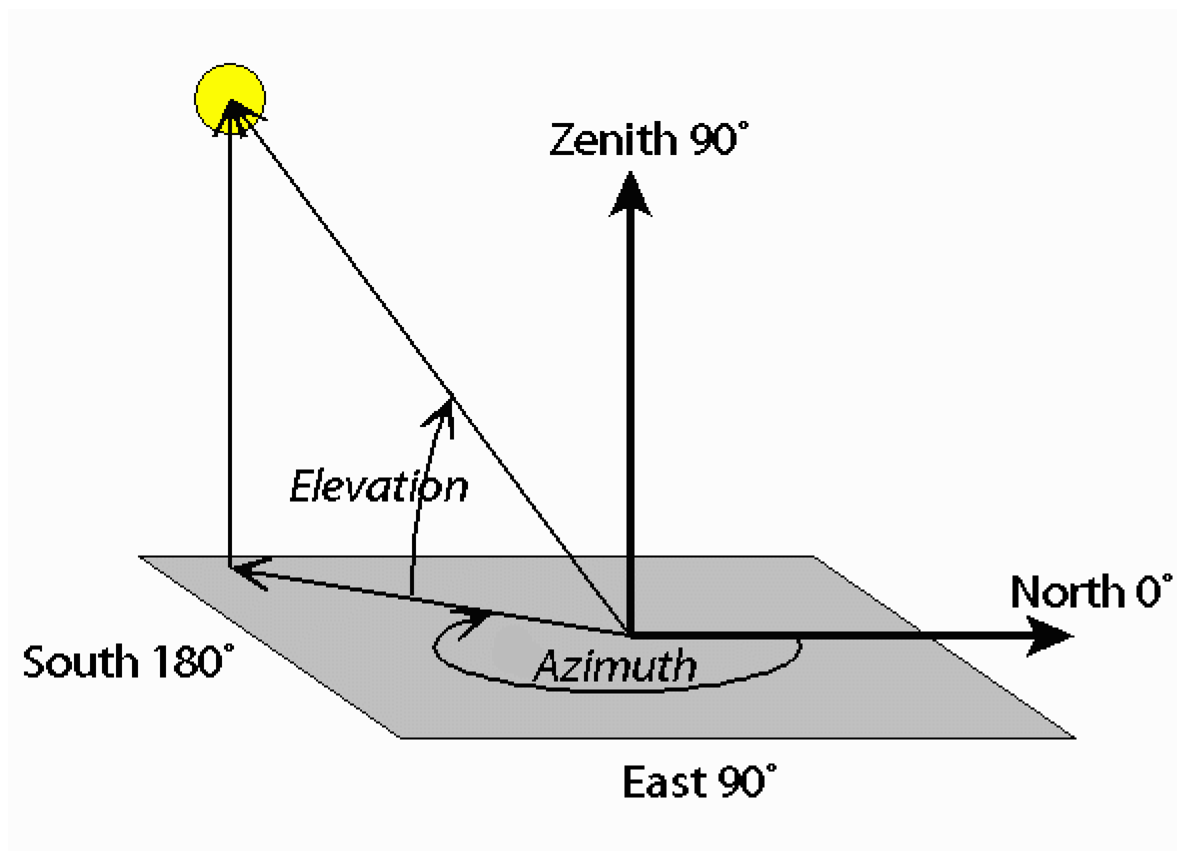
Алтернативен параметър, който измерва същото нещо, е ефективната изотропна излъчена мощност (EIRP). Ефективната изотропна излъчена мощност е хипотетичната мощност, която би трябвало да бъде излъчена от изотропна антена, за да даде същата („еквивалентна“) сила на сигнала като действителната антена източник в посоката на най-силния лъч на антената. Разликата между EIRP и ERP е, че ERP сравнява действителната антена с полувълнова диполна антена, докато EIRP я сравнява с теоретична изотропна антена.



EIRP (dBW)	>50	50	49	48	47	46	45	44	43
Size (cm)	50	50-60	55-65	60-75	65-85	75-95	85-105	95-120	105-135

Фиг.2 Покритие и мощност на излъчване на Astra3B над Европа

Азимутът и елевацията са мерки, използвани за идентифициране на позицията на сателит, или друго небесно тяло намиращо се над нас. Азимутът ви казва в каква посока да се обърнете, а елевацията ви казва колко високо в небето да погледнете. И двете се измерват в градуси. Азимутът варира от 0° до 360°. Започва със север при 0°. Когато започнете да се движите надясно (по посока на часовниковата стрелка), ще достигнете изток (което е 90°), след това на юг (което е 180°), след това на запад (което е 270°) и след това ще се върнете на север (което е 360° и също 0°). Така че, ако азимутът за вашия спътник е, да речем, 45°, това означава, че спътникът ви е североизточно от вас. Елевацията също се измерва в градуси. Сателит, който едва се издига над вашия хоризонт, ще бъде на 0° елевация, а сателит директно над главата ви ще бъде на 90° елевация (известен още като „зенит“).



Фиг.3 Визуално представяне на Азимут и Елевация

Аналитична част

Първо нека да остановим търсените от нас параметри:

- Ъгли на насочване към сателита.
- Приета мощност
- Плътност на потока на мощност

1. **Ъгли на насочване на сателита**

   Под ъгли на насочване на сателита се подразбират Азимут (Azimuth) и Елевация (Elevation) на наземната антена спрямо сателита.

   За да определим Азимута на нашета антена е необходимо положението на сателита в геостационарна орбита което ще бележим с ϕ_{SS}, географската дължина на приемната точка ϕ_E и географската ширина λ_E. Първо откриваме ъгъл B от уравнението $B = \phi_E - \phi_{SS}$ (1.1), след това откриваме ъгъл b по закона на Напиер, както следва: $b = \cos^{-1}(\cos B \cos \lambda_E)$ (1.2) като накрая откриваме A по формулата $A = \sin^{-1}(\frac{\sin B}{\sin b})$ (1.3).

За да определим Азимута ще трябва да се възползваме от следната таблица за стойностите които сме получили до сега:

λ_E	B	A_z, градуси
<0	<0	A
<0	>0	360° - A
>0	<0	180° - A
>0	>0	180° + A

Таблица 1.1

За да определим Елевацията на антената, първо е необхидмо да намерим разстоянието от нея до сателита със следната формула: $d = \sqrt{R^2 + a^2_{GSO} - 2Ra_{GSO}\cos b}$ (1.4), където R е

радиусът на земята а a_{GSO} е радиусът на геостационарната орбита, след което за елевацията използваме следната формула: $El = \cos^{-1}(\frac{a_{GSO}}{d}\sin b)$.

2. **Приета мощност**

   За приетата мощност на сателита използвам следната формула:

   $P_R = (EIRP)(G_R)(\frac{\lambda}{4\pi r})^2$ (2.1), където EIRP е еквивалетната излъчена изотропна мощност на сателита, G_R е gain на излъчващата и предаващата антена, λ е дължината на вълната, r е разтоянието от сателита до наземната антена.

3. **Плътност на потока на мощност**

   За плътността на потока на мощност използваме следната формула: $\Psi_M = \frac{EIRP}{4\pi r^2}$ (3.1), където EIRP е еквивалетната излъчена изотропна мощност на сателита, r е разтоянието от сателита до наземната антена.

Изчислителна част

1. **Ъгли на насочване на сателита:**

   Тъй като нямаме точно зададени координати на приемната точка ще вземем приблизителният център на градът където тя се намира.

   $\phi_{ss} = -23.5$, $\phi_E = -26.1$, $\lambda_E = 44.4$

   - B = $\phi_E - \phi_{ss}$ = 26.1 – 23.5 = 2.6°
   - $b = \cos^{-1}(\cos B \cos \lambda_E) = b = \cos^{-1}(\cos 2.6 \cos 44.4) = 44.4°$
   - $A = \sin^{-1}(\frac{\sin|B|}{\sin b}) = A = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 2.6}{\sin 44.4}\right) = 3.717°$
   - $A_z = 180 + 3.717 = 183.717°$ - *Азимут*

   - $d = \sqrt{R^2 + a^2{}_{GSO} - 2Ra_{GSO}\cos b} =$
     $\sqrt{6371^2 + 42164^2 - 2(6371)(42164)\cos 44.4} = 37\,875 km$

- $El = \cos^{-1}(\frac{42164}{37875}\sin 44.4) = 38.8°$ - *Елевация*

2. Приета мощност:

Тъй като няма точно зададено разстояние до сателита от наземната приемна точка ще приемем разстоянието до геостационарната орбита което е приблизително 35800км.

$$P_R = (EIRP)(G_R)\left(\frac{\lambda}{4\pi r}\right)^2 = (10^{\frac{51}{10}})\left(10^{\frac{43}{10}}\right)\left(\frac{0.025}{4\pi(35800)10^3}\right)^2 = 7.57\ x\ 10^{-12}W$$

3. **Плътност на потока на мощност:**

$$\Psi_M = \frac{EIRP}{4\pi r^2} = \frac{10^{\frac{51}{10}}}{4\pi(35800x10^3)^2} = 7.81\ x\ 10^{-12}W/m^2$$